10.22092/sppi.2019.122615

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۵، شماره ۲، سال ۱۳۹۸

واکنش ویژگی‌های زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) به تنش ماندابی

Response of Agronomic Characteristics of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes to Waterlogging Stress

ابراهیم ملاعلی[۱]، محمدرضا داداشی[۲]، فاطمه شیخ[۳]، حسین عجم نوروزی[۴] و محمدتقی فیض‌بخش[۵]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان، ایران.
۲ و ۴- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان، ایران.
۳ و ۵- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان،، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۵

چکیده

ملاعلی، ا.، داداشـی، م. ر.، شـیخ، ف.، عجم نوروزی، ح. و فیض‌بخش، م. ت. ۱۳۹۸. واکنش ویژگی های زراعی و عملکرد دا نه ژنوتیپ های باقلا (*Vicia faba* L.) به تنش ماندابی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۵:** ۱۸۸- ۱۷۱.

تنش ماندابی یکی از عوامل کاهنده عملکرد دانه باقلا محسوب می‌شود. ژنوتیپ‌های مختلف باقلا از این لحاظ تفاوت دارند. ویژگی‌های زراعی ۲۱ ژنوتیپ باقلا در سه محیط شامل آبیاری بهینه (بدون تنش) و تنش ماندابی در دو مرحله از رشـد (آغاز گل‌دهی و آغاز غلاف‌دهی به مدت ۱۰ روز) مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش در دو سـال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۵) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایسـتگاه تحقیقات کشاورزی گرگان انجام شد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های باقلا در سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی وجود داشت. عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه در تیمار تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی به‌ترتیب ۳۴ و ۲۳/۹ درصـد و در تیمار تنش ماندابی در مرحله آغاز غلاف‌دهی به ترتیب ۲۹/۳ و ۱۷/۱۸در صد کاهش یافت.کمترین کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی از ژنوتیپ G-Faba-401 حاصل شد و در شرایط تنش ماندابی در مرحله آغاز غلاف‌دهی ژنوتیپ‌های G-Faba-401، G-Faba-335، G-Faba-293، G-Faba-290 و G-Faba-524 کمتر از ۱۰ درصـد کاهش عملکرد داشـتند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالاتری در شـرایط تنش ماندابی داشـتند، برای کشـت در مناطقی که احتمال وقوع تنش ماندابی در آن وجود دارد مناسب‌تر هستند.

واژه‌های کلیدی: باقلا، روز تا گلدهی، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه، وزن صد دانه.

نگارنده مسئول: Sheikhfatemeh@yahoo.com تلفن: ۰۱۷۳۲۱۷۰۰۶۹

مقدمه

ده درصد اراضی ایران به نحوی در طول فصل رشد دچار ماندابی درازمدت بیش از سه روز (در اراضی مسطح و بارندگی چند روزه) و یا کوتاه مدت ۳-۱ روزه در اکثر مناطق می‌شوند که احتمالا بر رشد و تولید محصولات پائیزه تأثیر می گذارند (Noori *et al*., 2017). برخی پژوهشگران معتقدند اصلاح و بهبود افزایش تحمل گیاهان به تنش ماندابی اقتصادی‌ترین راه‌حل برای رفع این مشکل است (Nuruzzaman Manik *et al*., 2019).

تجمع آب (ناشی از باران‌های شدید و تغییر اقلیم)، عدم وجود زهکشی، نفوذ پذیری کم، آبیاری زیاد و فشرده شدن خاک از جمله عوامل ایجاد کننده تنش ماندابی می‌باشند (Ahmed *et al*., 2002; Saqib *et al*., 2004). شدت آثار (خسارت) ماندابی به نوع گیاه، رقم، مرحله رشدی گیاه، عمق آب، مدت ماندابی، و یژگی‌های خاک (مانند pH، میزان مواد آلی) و به‌ویژه دمای خاک بستگی دارد (Setter and Waters, 2003; Brisson *et al*., 2002).

تنش ماندابی همزمان با کاهش دما در زمستان باعث افت رشد ریشه، جذب مواد غذایی و در نتیجه کاهش رشد و نمو اندام‌های هوایی، کاهش پنجه‌زنی، کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت کاهش عملکرد دانه گندم شد (Ghobadi *et al*., 2007). آنها نشان دادند وقوع تنش ماندابی در مرحله سه برگی حساس‌تر از مرحله ساقه‌دهی گندم بود و باعث کاهش عملکرد دانه به‌میزان ۱۱ در صد شد، همچنین به ازای هر روز ماندابی عملکرد دانه گندم ۱/۵۶ درصد (۸۶/۸ کیلوگرم در هکتار) کاهش یافت (Ghobadi *et al*., 2007). تنش ماندابی در گندم منجر به کاهش اکسیژن در ناحیه ریشه، زردی برگ ها و مرگ پنجه ها می گردد، و در نهایت تعداد سنبله در مترمربع را کاهش می‌دهد همچنین وقوع تنش ماندابی در مرحله گرده افشانی گندم موجب افزایش درصد عقیمی و کاهش تعداد دانه می‌شود (Sheikh *et al*., 2008).

در بررسی شیخ و همکاران (Sheikh *et al*., 2008) بیشترین عملکرد زیستی گندم از تیمار آبیاری متداول (۱۲۶۲۳/۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد زیستی در تنش ماندابی (۸۸۴۸/۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. آنها معتقدند اعمال تنش ماندابی در دوره رشد گندم منجر به کاهش زیست توده شده و ارتباط معنی‌داری بین عملکرد دانه و عملکرد زیستی وجود دارد. از جمله دلایل کاهش عملکرد زیستی را عدم تهویه خاک در تیمار تنش ماندابی بیان کردند (Sheikh *et al*., 2008).

میزان خسارت ماندابی در گیاهان مختلف متفاوت بوده و گیاهان مختلف نسبت به ماندابی عکس‌العمل های متفاوتی نشان می‌دهند. با افزایش تنش ماندابی (۲، ۴ و ۶ روز تنش ماندابی و بدون تنش ماندابی) عملکرد و اجزای عملکرد

دانه ژنوتیپ‌های ماش کاهش یافت (Amin *et al*., 2017). میزان کاهش عملکرد ژنوتیپ‌های ماش در ماندابی شش روزه بسته به ارقام ماش بین ۱۹/۵۰ و ۴۹/۸۳ در صد بود که علت کاهش عملکرد کاهش اندازه دانه ذکر شد (Amin *et al*., 2017).

در یک بررسی دیگر اثر مدت تنش غرقابی (صفر، ۳، ۶ و ۹ روز) بر مراحل نموی کلزا (گیاهچه‌ای، ساقه‌رفتن، گل‌دهی و پرشدن دانه) مورد بررسی قرار گرفت (Rasouli *et al*., 2013). تنش غرقابی در کلزا از طریق کاهش تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن دانه و مدت پر شدن دانه، تسریع در زوال برگ و خورجین‌ها باعث کاهش عملکرد کلزا گردید. شدت این کاهش در مرحله گل‌دهی به دلیل سقط و ریزش گل، و در مرحله پرشدن دانه به دلیل سقط و ریزش خورجین‌ها بیان شد (Rasouli *et al*., 2013).

آرا و همکاران (Ara *et al*., 2015) اثر تنش ماندابی در دو مرحله از رشد (R_1: مرحله آغاز گل‌دهی و R_4: مرحله پایان غلاف‌دهی) بر عملکرد سویا در بنگلادش را مورد بررسی قرار دادند. در آزمایش آنها ماده خشک کل در هر دو محیط کاهش یافت اما وقوع تنش ماندابی در مرحله R_4 (مرحله غلاف‌دهی) کاهش بیشتری نشان داد. دامنه کاهش ماده خشک در ژنوتیپ‌های مختلف سویا از ۳۱/۰۵ درصد تا ۴۵/۴۳ درصد متغیر بود. علت تفاوت بین ژنوتیپ‌ها می‌تواند ناشی از ویژگی‌های رشدی از جمله برگ، ساقه و ریشه باشد. در آزمایشی دیگر دو رقم باقلا (بومی و واکی) در دو منطقه از اتیوپی (منطقه Ayaba با شرایط ماندابی و منطقه Emba Hasti با شرایط بدون تنش) مورد بررسی قرار گرفت. رقم واکی در محیط ماندابی عملکرد کمتری نسبت به محیط بدون تنش داشت میانگین رقم واکی در محیط ماندابی برابر با ۲۵/۵۴ تن در هکتار و در شرایط بدون تنش ۳۰/۹۸ تن در هکتار بود. با توجه به نتایج مطالعه رقم واکی برای مناطقی که احتمال وقوع تنش ماندابی در آن بالا است توصیه شد (Kidane *et al*., 2019).

استفاده از باقلا در تناوب با محصولات غلات مانند گندم و جو موجب بهبود باروری خاک و همچنین کاهش بیماری‌ها و آفات می‌شود (Kidane and Brhane, 2018; Nnegash *et al*., 2015). از طرفی رطوبت زیاد در خاک (تنش ماندابی) عملکرد باقلا را محدود می‌کند (Kidane *et al*., 2019). بنابراین یک راهکار جهت توسعه کشت باقلا در این مناطق معرفی ارقام با عملکرد مناسب در شرایط تنش ماندابی می‌باشد.

وقوع سیل سال ۱۳۹۸ در استان گلستان به ۷۲۸ هکتار از مزارع باقلا آسیب رساند. سطح زیر کشت باقلا در استان گلستان ۳۵۰۰ هکتار است و محصول ۳۵۰ هکتار از مزارع در اثر تنش ماندابی به طور کامل از بین می‌باشد و حدود ۳۴۰۰ تن به تولید محصول استان خسارت وارد شد. مبلغ کل خسارت به مزارع استان

۱۹۳۲۰۰۰۰۰۰ تومان برآورد شده و میزان خسارت ماندابی ۵۱۰۰۰۰۰۰۰ میلیون گزارش شد (اطلاعات منتشر نشده است).

با توجه به وقوع شرایط ماندابی در مزارع استان گلستان و خسارت ناشی از آن بر عملکرد باقلا، هدف از این پژوهش ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف باقلا در شرایط تنش ماندابی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در پنج کیلومتری شمال گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا پنج متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۴۵۰ میلی‌متر است.

براساس نتایج آزمون خاک، نوع بافت خاک مزرعه اجرای آزمایش، سیلتی رسی لوم و هدایت الکتریکی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک برابر با ۴/۲ دسی زیمنس بر متر بود. هدایت هیدرولیکی در عمق‌های ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر به ترتیب برابر با ۱۴، ۹/۱ و ۸/۳ میلی‌متر بر ساعت بود. با توجه به زه‌کش‌ها سطح ایستابی دو متر و بیشتر بود (Kiani and Homaee, 2007).

در این پژوهش ۲۱ ژنوتیپ باقلا (جدول ۱) در سه محیط بدون تنش، ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی (ماندابی ۱)، ماندابی در مرحله آغاز غلاف‌دهی (ماندابی ۲) در سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. بذر ژنوتیپ‌های باقلا از بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد.

در شهریور عملیات آماده سازی زمین با استفاده از یک گاوآهن برگردان‌دار و پس از آن با رتیواتور انجام شد. سپس بر اساس نقشه طرح مزرعه تسطیح و سپس کرت‌بندی شد تا اعمال تنش ماندابی در کرت و حفظ حالت ماندابی ممکن باشد. هر ژنوتیپ در یک خط چهار متری و در سه تکرار در تاریخ ۱۰ آبان ۱۳۹۵ و ۱۴ آبان ۱۳۹۶ کشت شدند. فاصله بین ردیف ۶۵ و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

اعمال تنش ماندابی در دو مرحله از رشد شامل آغاز گل‌دهی (اوایل اسفند) و آغاز غلاف‌دهی (اواسط فروردین) انجام شد. در هر مرحله ۱۰ روز متوالی آبیاری سنگین به روش غرقابی و کرتی انجام شد. برای اعمال تنش لازم بود مزرعه هر روز حدود ۳ الی ۴ مرتبه آبیاری شود تا به‌طور کامل آب در عمق ریشه و خاک نفوذ کند و منطقه ریشه از آب اشباع شود. جهت جلوگیری از خروج آب از مزرعه، اطراف مزرعه مرزبندی شد. ارتفاع آب در محیط اعمال تنش بین ۱۰-۵ سانتی‌متر بود. در

جدول ۱- نام، شجره، منشاء، اندازه بذر و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های باقلا

Table 1. Name, pedigree, origin, seed size and day to physiological maturity of faba bean genotypes

ردیف No.	ژنوتیپ Genotype	شجره Pedigree	Seed size	اندازه بذر	مبداء Origin	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Day to physiological maturity
1	G-Faba-67	DT/B7/7486/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA	179
2	G-Faba-66	DT/B7/7327/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA	179
3	G-Faba-75	DT/A11/9032/2005/06	Medium	متوسط	ICARDA	181
4	G-Faba-72	DT/A11/9012/2005/06	Medium	متوسط	ICARDA	179
5	G-Faba-65	DT/B7/7038/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA	181
6	G-Faba-62	selection from ILB1814	Medium	متوسط	ICARDA	181
7	G-Faba-61	DT/B7/7380/0405-HBP/DS0/2000	Medium	متوسط	ICARDA	181
8	G-Faba-398	55/08/F8/7349/06-HBP/S0E/2000	Medium	متوسط	ICARDA	178
9	G-Faba-411	56/08/F8/7350/06-HBP/S0E/2000	Medium	متوسط	ICARDA	181
10	G-Faba-401	93/08/F8/7711/06-S 97112(ILB4365×BPL2282)	Medium	متوسط	ICARDA	177
11	G-Faba-335	S 2007,057	Medium	متوسط	ICARDA	177
12	G-Faba-293	Aquadulce	Large	درشت	Spain	180
13	G-Faba-294	Reiana Blanca	Large	درشت	North Africa	179
14	G-Faba-290	Lattakia 2	Medium	متوسط	ICARDA	181
15	G-Faba-292	line 1/46	Medium	متوسط	Syria	181
16	G-Faba-523	Barkat × ILB 4720	Large	درشت	Iran	182
17	G-Faba-524	Barkat × BPL 465	Large	درشت	Iran	181
18	G-Faba-525	Barkat × 98 264-1	Large	درشت	Iran	181
19	G-Faba-520	Barkat × New momomoth	Large	درشت	Iran	181
20	G-Faba-296	Hudiba 93	Medium	متوسط	Sudan	179
21	G-Faba-20	Barkat	Large	درشت	Control	181

محیط آبیاری متداول در مواقع لزوم براساس شرایط آب و هوایی منطقه (قبل از گل‌دهی، آغاز گل‌دهی، و دوره پر شدن دانه) آبیاری انجام شد.

براساس نتیجه آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت به خاک اضافه شد. عملیات داشت شامل وجین، مبارزه با شته سیاه باقلا (*Aphis fabae*) با استفاده از حشره کش پریمیکارب با نام تجاری پریمور به میزان یک کیلوگرم در هکتار در مرحله گل‌دهی انجام شد. زنگ باقلا (*Uromyces faba*) با استفاده از قارچ‌کش پروپیکونازول با نام تجاری تیلت با دز یک در هزار در مرحله ظهور غلاف کنترل شد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ۱۰ گیاه به‌طور تصادفی انتخاب و اجزای عملکرد تعیین شد. صفاتی نظیر: تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن صد دانه اندازه‌گیری شد. نصف دو کرت برای تعیین عملکرد غلاف سبز و نصف آن برای اندازه‌گیری عملکرد دانه (با حذف یک گیاه از انتها و ابتدای ردیف) در نظر گرفته شد و به همین روش عملکرد زیستی برداشت و شاخص برداشت محاسبه گردید.

تجزیه واریانس مرکب داده ها با نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر سال برای صفات غلاف سبز، عملکرد زیستی (وزن تر مرحله غلاف سبز)، دانه در غلاف، طول غلاف، وزن صددانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل تنش× سال بر غلاف سبز، عملکرد زیستی (وزن تر مرحله غلاف سبز)، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و عملکرد زیستی معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد بررسی نظیر عملکرد غلاف سبز، عملکرد زیستی تر (وزن تر مرحله غلاف سبز)، تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف، طول غلاف، صددانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت معنی‌دار بود. اثر تنش× ژنوتیپ بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی تر معنی‌دار بود، ولی اثر سال × تنش و اثر سه گانه سال× تنش× ژنوتیپ بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود (جدول۲).

عملکرد غلاف سبز (وزن تر) در سال اول برای محیط بدون تنش با **۳۸۳۵۲** کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را نسبت به محیط‌های تنش ماندابی ۱ و ۲ داشت (جدول ۳). تفاوت دو محیط تنش ماندابی ۱ و ۲ معنی‌دار نبود به‌طوری که عملکرد غلاف سبز برای محیط تنش ماندابی ۱ برابر با **۲۳۰۶۳** و ماندابی ۲ برابر با **۲۳۹۰۸** کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). اما در سال دوم محیط آبیاری متداول با **۲۰۷۸۰/۵** کیلوگرم در هکتار بیشترین و تنش ماندابی ۱ با **۱۵۹۶۸/۴** کیلوگرم در هکتار

کمترین عملکرد غلاف را داشـــتنـد و محیط مـانـدابی ۲ بـا ۱۷۸۸۵/۵ کیلوگرم در هکتـار حدواسط این دو محیط قرار گرفت (جدول ۳).

ژنوتیپ G-Faba-20 با۲۹۶۷۷ بیشـــترین و ژنوتیپ G-Faba-75 با ۱۸۶۰۰ کمترین عملکرد غـلاف ســـبـز را داشـــتـنـد. ژنـوتـیـپ‌هـای G-Faba-520، G-Faba-525، G-Faba-524 و G-Faba-523 عملکرد غلاف سبز بالا و در حد ژنوتیپ شـــاهد (G-Faba-20) تولید کردند (جدول ۵).

در هر دو سال اجرای آزمایش محیط آبیاری متداول بیشـــترین عملکرد زیســـتی تر را به خود اختصـــاص داد و محیط‌های تنش ماندابی ۱ و ۲ عملکرد مشابهی تولید کردند (جدول ۳). به‌طور کلی عملکرد زیســـتی تر در ســـال دوم کمتر از سال اول بود که می‌تواند با شرایط آب و هوایی سال آزمایش در ارتباط باشد.

مقایسـه میانگین‌ها نشـان داد که در سـال اول آزمایش محیط آبیاری متداول با ۱۸/۸۶ غلاف در گیاه بیشـــترین و محیط ماندابی ۱ و ۲ با ۱۳/۹۶ و ۱۳/۴۰ در یـک گـروه آمـاری قـرار گرفتند و در ســـال دوم تعداد غلاف در گیاه در هر سه محیط مشابه بود و تفاوت معنی‌داری بین سه محیط مشاهده نشد (جدول ۳). میانگین تعداد غلاف در گیـاه برای محیط آبیـاری متـداول، ماندابی ۱ و ماندابی ۲ به‌ترتیب برابر با ۱۴/۹۴، ۱۴/۷۰ و ۱۴/۹۷ غلاف در گیاه بود. در بررســـی امین و همکاران (Amin *et al*., 2017) نیز تعداد غلاف در گیاه با افزایش تنش ماندابی کاهش یافت. در بررســی دیگر نیز تعداد غلاف در گیاه برای ژنوتیپ‌های ســـویا در مرحله R_1 (مرحله آغاز گل‌دهی) و R_4 (مرحله پایان غلاف‌دهی) نسـبت به شـرایط عدم تنش کاهش یافت. تعداد غلاف در گیاه برای ژنوتیپ AGS313 هنگام وقوع تنش در مراحل R_1 برابر با ۲۵/۸۶ و R_4 برابر با ۲۴/۱۳ و عدم تنش برابر با ۲۸/۴۶ عدد تـــعـــداد غـــلاف در گـــیـــاه بـــود (Ara *et al*., 2015).

محیط آبیاری متداول با ۳/۷۷ عدد دانه در غلاف، نسـبت به دو محیط ماندابی ۱ و ۲ برتری داشـــت و دو محیط تنش ماندابی در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۴).

ژنوتیـپ G-Faba-20 بـا ۴/۶۶ بیشـــترین و ژنوتیـپ‌هـای G-Faba-411 و G-Faba-61 بـا ۳/۱۷ و ۳/۱۸ کمترین تعداد دانه در غلاف را داشتند (جدول ۵). مطابق با نتایج این بررسی در مطالعه دیگر نیز میزان دانه در غلاف در شـــرایط تنش ماندابی کاهش یافت (Ara *et al*., 2015). گزارش شـــده اســـت تنش غرقابی در مرحله پرشدن دانه کلزا به دلیل تسریع در زوال برگ‌ها و خورجین‌ها، کاهش مواد فتوســـنتزی، ســـقط شـــدن دانه و کاهش تعداد دانه را در پی خواهد داشـــت (Rasouli *et al*., 2013). در گندم نیز وقوع تنش مـانـدابی در مرحلـه گرده‌افشـــانی موجب افزایش درصـــد عقیمی و کاهش تعداد دانه می‌شود (Sheikh *et al*., 2008). حساسیت بالای مرحله گل‌دهی به این دلیل است که تعیین تعداد دانه در این مرحله صـــورت می‌گیرد و

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا

Table 2. Combined analysis of variance for agronomic characteristics and seed yield of faba bean genotypes

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df.	عملکرد غلاف سبز Green pod yield	عملکرد زیستی تر Fresh biological yield	تعداد غلاف در بوته Pods per Plant	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	طول غلاف Pod lenght	وزن صددانه 100 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زستی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Year (Y)	سال	1	9888854070.0**	12814340830**	26.94ns	7.69**	278.29**	3062.89**	70117837.1**	94235368.0**	1605.18**
Moisture regime (MR)	رژیم رطوبتی	2	3739775072.0**	10583388319**	294.45**	3.41**	8.14^{ns}	522.77**	51271125.2**	19613870.4**	395.34**
MR × Y	رژیم رطوبتی × سال	2	1282553426.0**	3803237762**	276.50**	0.19ns	2.22^{ns}	31.47^{ns}	3775557.6**	10674689.9**	56.95ns
Error 1	خطای ۱	12	273315354	634206518	47.43	0.15	1.88	161.66	1685933.5	11161349.2	118.04
Genotype (G)	ژنوتیپ	20	181270616**	354475602**	84.60**	2.68**	84.92**	4406.74	1518637.2**	8725458.1**	125.22**
Y × G	سال × ژنوتیپ	20	40242975^{ns}	98530949^{ns}	12.87^{ns}	0.16^{ns}	2.00^{ns}	141.93^{ns}	358300.6^{ns}	784689.7^{ns}	34.64^{ns}
MR × G	رژیم رطوبتی × ژنوتیپ	40	24135361.0^{ns}	48542551^{ns}	10.85^{ns}	0.09^{ns}	1.69^{ns}	109.12^{ns}	795735.4**	4389416.9**	68.80^{ns}
MR × G × Y	رژیم رطوبتی × ژنوتیپ × سال	40	27313755^{ns}	56308316^{ns}	9.33^{ns}	0.08^{ns}	2.55^{ns}	94.65^{ns}	550197.8^{ns}	705378.4^{ns}	39.46^{ns}
Error 2	خطای ۲	240	30788079	76398477	12.24	0.12	2.81	90.15	431760.9	1982726.0	52.83
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		23.78	25.08	23.11	9.88	14.71	7.84	16.52	14.75	15.19

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

ns: غیر معنی‌دار.

**: Significant at the %1 probability level.

ns: Not- significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سال × تنش بر خصوصیات زراعی، عملکرد زیستی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا

Table 3. Mean comparison of year × stress intraction effect on agronomic characteristics, biological yield and seed yield of faba bean genotypes

Moisture regime	رژیم رطوبتی	عملکرد زیستی تر Fresh biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد غلاف سبز Green pod yield (kg ha^{-1})	تعداد غلاف در بوته Pods Per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha^{-1})
				2016-2017		
Optimum irrigation	آبیاری بهینه	57492.0	38352.0	18.86	5760.1	11465.5
Waterlogging stress 1	ماندابی ۱	30699.0	23063.0	13.96	4176.5	8400.4
Waterlogging stress 2	ماندابی ۲	33812.0	23908.0	13.40	4712.2	9848.0
LSD 5%		4088.5	2745.5	1.48	290.8	640.48
				2017-2018		
Optimum irrigation	آبیاری بهینه	33190.0	20780.5	14.94	4560.8	9816.2
Waterlogging stress 1	ماندابی ۱	26150.0	15968.4	14.70	3669.9	7873.2
Waterlogging stress 2	ماندابی ۲	27728.0	17885.5	14.97	3834.8	9028.7
LSD 5%		2569.4	1692.5	1.3	222.6	436.8

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش بر برخی خصوصیات زراعی، عملکرد غلاف سبز، عملکرد زیستی تر و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های باقلا

Table 4. Mean comparison of stress effect on some agronomic characteristics, green pod yield, fresh biological yield and harvest index of faba bean gebotypes

Moisture regime	رژیم رطوبتی	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	عملکرد غلاف سبز Green pod yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیستی تر Fresh biological yield (kg ha^{-1})	وزن صددانه 100 seed weight (g)	شاخص برداشت Harvest index (%)
Optimum irrigation	آبیاری بهینه	3.77	29566.3	45341	121.34	48.79
Waterlogging stress 1	ماندابی ۱	3.50	19515.5	28425	118.87	48.81
Waterlogging stress 2	ماندابی ۲	3.48	20896.9	30770	122.91	45.87
LSD 5%		0.088	1377.1	2169.3	2.35	1.80

وقوع تنش سبب سقط شدن و کاهش تعداد دانه می شود. تنش غرقابی در مرحله پر شدن دانه نیز به دلیل تسریع در زوال برگ‌ها و خورجین‌ها، کاهش مواد فتوسنتزی، سقط شدن دانه و کاهش تعداد دانه می‌شود (Rasouli *et al.*, 2013).

ژنوتیپ G-Faba-20 با ۴۵۱۶۶ بیشترین و ژنوتیپ G-Faba-75 با ۲۸۹۱۱ کمترین عملکرد زیستی تر را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های G-Faba-525، G-Faba-524 و G-Faba-523 عملکردی بالا و در حد ژنوتیپ شاهد (G-Faba-20) تولید کردند (جدول ۵). دامنه طول غلاف در بین ژنوتیپ ها از ۹/۱۸ تا ۱۶/۴۵ سانتی‌متر متغیر بود ژنوتیپ‌های G-Faba-411 کمترین و ژنوتیپ G-Ffaba-20 بیشترین (۱۶/۴۵ سانتی‌متر) طول غلاف را داشت (جدول ۵).

میانگین وزن صد دانه در محیط آبیاری متداول و تنش ماندابی ۲ به ترتیب ۱۲۱/۳۴ و ۱۲۲/۹۱ گرم و در تنش ماندابی ۱ برابر با ۱۱۸/۸۷ گرم بود (جدول ۴). تنش ماندابی در مرحله گل‌دهی اثر منفی بیشتری بر وزن دانه داشت. کمترین وزن صد دانه از ژنوتیپ G-Faba-411 با ۱۰۱/۵۷ گرم و بیشترین آن از ژنوتیپ G-Faba-20 با ۱۵۲/۰۱ گرم حاصل شد (جدول ۵). در صد کاهش وزن دانه ژنوتیپ‌های تحت تنش ماندابی در مرحله گل‌دهی با محیط آبیاری متداول حدود دو درصد بود

وزن دانه گیاهان زراعی مختلف کمتر تحت تأثیر تنش قرار می گیرد به‌طوری‌که گزارش شده است در اثر تنش ماندابی وزن هزار دانه فقط پنج درصد کاهش یافت در حالی‌که عملکرد دانه ۴۵ درصد کاهش نشان داد، بنابراین وزن دانه کمتر تحت تأثیر تنش قرار می گیرد (Musgrave and Ding, 1998). در گندم (Rasaei *et al.*, 2012; Soltanzadeh Shooshtari and Lak, 2009) و ماش (Amin *et al.*, 2017) نخود

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی خصوصیات زراعی، عملکرد غلاف سبز و عملکرد زیستی تر ژنوتیپ‌های باقلا

Table 5. Mean comparison of some agronomic characteristics, green pod yield and fresh biological yield of faba bean genotypes

ژنوتیپ Genotype	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	طول غلاف (سانتی‌متر) Pod length (cm)	عملکرد غلاف سبز (کیلوگرم در هکتار) Green pod yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیستی تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh biological yield (kg ha^{-1})	وزن صددانه (گرم) 100 seed weight (g)
G-Faba-67	14.52	3.44	10.35	21005	31675	131.66
G-Faba-66	16.05	3.29	9.94	21842	32732	118.76
G-Faba-75	18.10	3.30	9.20	18600	28911	103.19
G-Faba-72	14.89	3.38	10.72	22620	35789	104.47l
G-Faba-65	15.26	3.43	9.86	20961	29989	108.11
G-Faba-62	15.57	3.65	10.91	23997	35932	108.67
G-Faba-61	16.48	3.18	9.63	21102	32852	110.70
G-Faba-398	15.93	3.33	10.43	21330	32302	116.03
G-Faba-411	17.59	3.17	9.18	20102	30058	101.57
G-Faba-401	17.58	3.36	9.98	21281	32187	102.65
G-Faba-335	15.49	3.50	9.86	20933	31123	113.87
G-Faba-293	15.03	3.67	11.94	2456	36629	124.61
G-Faba-294	14.36	3.62	11.22	22950	33596	124.35
G-Faba-290	17.95	3.29	10.10	23496	34669	118.96
G-Faba-292	15.33	3.45	11.72	24852	37283	129.88
G-Faba-523	13.44	3.85	13.41	28245	40372	138.08
G-Faba-524	11.77	4.12	14.65	27397	41478	140.02
G-Faba-525	12.08	4.14	15.07	27837	40406	142.30
G-Faba-520	12.88	4.10	14.91	27410	38827	145.34
G-Faba-296	17.43	3.31	10.04	19588	29780	106.66
G-Faba-20	9.93	4.66	16.45	29677	45166	152.01
LSD 5%	2.29	0.23	1.10	3643.5	5739.4	6.23

(Nouri *et al*., 2017) نیز وزن دانه تحت تأثیر تنش مـانـدابی قرار نگرفـت و وزن دانـه محیط آبیاری متداول و تنش ماندابی مشابه بود.

از سـوی دیگر به دلیل ایجاد توازن بین منبع فتوسـنتزی و ظرفیت تولید دانه در شـرایط تنش ماندابی، تعداد دانه کاهش یافته و سـهم هر دانه از مواد فتوسـنتزی افزایش یـافـت. بنـابراین وزن دانـه تحـت تـأثیر تنش قرار نگرفـت و وزن هزار دانه گندم کمتر از سـایر اجزای عملکرد تحت تأثیر تنش ماندابی قرار گرفت (Soltanzadeh Shooshtari and Lak, 2009; Ghobadi, 2006). آنها نشـان دادند که شـدت خسـارت بر تعداد دانه در سـنبله گندم ناشـی از شکل‌گیری آنها در اوایل دوره رشد و نمو گیاه اسـت. در حالی‌که وزن هزار دانه در اواخر نمو گیاه شـکل می‌گیرد و کمتر تحت تاثیر تنش ماندابی قرار می‌گیرد (Rasaei *et al*., 2012).

در این پژوهش تش ماندابی در مرحله گل‌دهی خسـارت بیشـتری نسـبت به مرحله غلاف‌دهی وارد کرد. میانگین کاهش عملکرد دانه هنگام وقوع تنش مـانـدابی در مرحلـه گـل‌دهی و غلاف‌دهی نسـبت به شـاهد (آبیاری متداول) به‌ترتیب ۲۴ و ۱۷/۲۴ درصـد بود. لازم به ذکر اسـت که میانگین های یاد شـده میانگین

۲۱ ژنوتیپ می‌باشد و میزان کاهش عملکرد دانه در برخی ژنوتیپ‌ها بیشتر بود (جدول ۶). در شرایط تنش ماندابی در مرحله گل‌دهی ژنوتیپ G-Faba-65 با ۵۱/۴۱ درصد بیشترین کاهش عملکرد را نسبت به شرایط آبیاری متداول (شاهد) نشان داد. در حالی که ژنوتیپ‌های G-Faba-401، G-Faba-520 و G-Faba-524 به‌ترتیب ۸/۵۶، ۱۴/۰۵ و ۱۴/۶۵ درصد کاهش عملکرد کمتری داشتند و افت عملکرد آنها نسبت به شرایط آبیاری متداول (شاهد) کمتر از ۱۰ درصد بود (جدول ۶).

ژنوتیپ‌های G-Faba-65 و G-Faba-66 به‌ترتیب با ۳۳/۱۴ و ۲۸/۶۷ بیشترین کاهش عملکرد و ژنوتیپ‌های G-Faba-293 و G-Faba-524 به‌ترتیب ۱/۹۳ و ۵/۵۵ درصد کمترین کاهش عملکرد در محیط تنش ماندابی در مرحله غلاف‌دهی را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در سه محیط آبیاری متداول، تنش ماندابی در مرحله گل‌دهی و غلاف‌دهی به‌ترتیب ۵۱۶۰/۴۱، ۳۹۲۲/۷۵ و ۴۲۷۰/۷۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶).

نتایج عملکرد دانه نشان داد که در هنگام وقوع تنش ماندابی در مرحله گل‌دهی نسبت به مرحله غلاف‌دهی کاهش بیشتری داشت که نشان‌دهنده حساسیت مرحله گل‌دهی نسبت به مرحله غلاف‌دهی به تنش ماندابی می‌باشد. دلیل آن را می‌توان این گونه بیان کرد که ریشه گیاه باقلا در مرحله گل‌دهی هنوز به‌طور کامل توسعه نیافته بود. خلفی و همکاران (Khalfi *et al*., 2013) نیز گزارش کردند که کاهش عملکرد دانه جو در شرایط تنش ماندابی مرحله پنجه‌زنی نسبت به مرحله سنبله‌دهی کاهش بیشتری داشت که علت آن را توسعه نیافتگی ریشه بیان کردند. ایشان گزارش کردند هر قدر گیاه جو به مراحل پایانی رشد نزدیک می شود، میزان تحمل کلی گیاه در برابر ماندابی بیشتر شد و دلیل آن را ایجاد بافت آئرانشیمی در مراحل پایانی رشد بیان نمودند. عملکرد دانه کلزا در شرایط ماندابی در مرحله گل‌دهی به دلیل سقط و ریزش گل ها و در مرحله پرشدن دانه (آغاز غلاف‌دهی) به دلیل سقط و ریزش خورجین‌ها کاهش یافت (Rasouli *et al*., 2013).

تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی (تنش ماندابی ۱) به شدت منجر به کاهش عملکرد دانه شد، زیرا گرده افشانی که از عوامل مؤثر بر عملکرد دانه است، در این مرحله انجام می‌شود. تنش ماندابی با کاهش تعداد غلاف در گیاه، دانه در غلاف و عملکرد زیستی تر منجر به کاهش عملکرد دانه باقلا شد. وقوع تنش ماندابی در گیاهانی نظیر ماش (Krishnamurthy *et al*., 2012)، گندم و جو (Romina *et al*., 2014)، یونجه (Smethurst *et al*., 2005)، سویا (Kamal and Komatsu, 2015; Mutava *et al*., 2015)، لگوم (Solaiman *et al*., 2007) نیز باعث کاهش

جدول ۶- اثرمتقابل ژنوتیپ × تنش بر عملکرد دانه و میزان کاهش آن نسبت به آبیاری بهینه در ژنوتیپ‌های باقلا

Table 6. Genotype × stress interaction effect on seed yield and and yield reduction (%) in comparison to normal irrigation in faba bean genotypes

ژنوتیپ Genotype	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})			درصد کاهش عملکرد % Yield reduction	
	آبیاری بهینه Optimum irrigation	تنش ماندابی ۱ Waterlogging stress 1	تنش ماندابی ۲ Waterlogging stress 2	تنش ماندابی ۱ Waterlogging stress 1	تنش ماندابی ۲ Waterlogging stress 2
G-Faba-67	4876.7	3658.3	4043.6	24.39	16.82
G-Faba-66	5873.8	4012.2	4159.7	30.70	28.67
G-Faba-75	5072.3	3586.5	3770.7	29.09	25.16
G-Faba-72	4723.2	3888.6	3714.6	17.39	21.25
G-Faba-65	6410.3	3098.7	4242.3	51.41	33.14
G-Faba-62	5573.2	4191.5	4293.4	24.68	23.00
G-Faba-61	5011.4	3824.2	4163.9	23.43	16.75
G-Faba-398	5052.0	4114.8	3824.5	18.63	24.30
G-Faba-411	4618.6	3804.0	3320.2	17.37	27.67
G-Faba-401	4251.4	3883.9	3846.0	8.56	9.47
G-Faba-335	4954.9	3681.0	4499.3	25.58	9.09
G-Faba-293	5057.5	4010.3	4960.0	20.63	1.93
G-Faba-294	5548.6	3745.6	4766.6	31.21	12.55
G-Faba-290	5121.5	3766.5	4695.9	26.31	8.30
G-Faba-292	5411.6	4234.7	4721.7	21.85	12.67
G-Faba-523	5282.7	4184.6	4697.0	20.49	11.04
G-Faba-524	4647.5	3974.2	4391.8	14.65	5.55
G-Faba-525	5466.2	4295.4	4685.6	21.45	14.26
G-Faba-520	5176.1	4445.3	4491.9	14.05	13.28
G-Faba-296	4713.7	3515.9	4064.2	25.33	13.76
G-Faba-20	5626.4	4461.7	4533.8	20.47	22.90
LSD 5%	925.08	554.24	997.0	7.42	4.66

عملکرد شد.

عملکرد زیستی در محیط آبیاری بهینه بیشترین و در محیط تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی کمترین مقدار را در دو سال داشت. عملکرد زیستی سال اول برای محیط آبیاری متداول، تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی و تنش ماندابی در مرحله آغاز غلاف‌دهی به‌ترتیب برابر با ۱۱۴۶۵/۵، ۸۴۰۰/۴ و ۹۸۴۸/۰ کیلوگرم و در سال دوم برای محیط آبیاری متداول، تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی و تنش ماندابی در مرحله آغاز غلاف‌دهی به‌ترتیب برابر با ۹۸۱۶/۲، ۷۸۷۳/۲ و ۹۰۲۸/۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

در محیط آبیاری بهینه بیشترین عملکرد زیستی تر برابر با ۱۲۴۰۱ کیلوگرم در هکتار و از ژنوتیپ G-Faba-65 و کمترین مقدار آن ۷۹۷۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به ژنوتیپ G-Faba-401 بود (جدول ۷). در تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی بیشترین عملکرد زیستی از ژنوتیپ G-Faba-20 (۱۰۵۴۴/۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد و کمترین آن از ژنوتیپ G-Faba-65 حاصل شد. برای تنش ماندابی در

جدول ۷- اثرمتقابل ژنوتیپ × تنش بر عملکرد زیستی تر و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های باقلا

Table 7. Genotype × stress interaction effect on fresh biological yield and harvest index of faba bean genotypes

ژنوتیپ Genotype	عملکرد زیستی تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh biological yield (kg ha^{-1}) آبیاری بهینه Optimum irrigation	تنش ماندابی ۱ Waterlogging stress 1	تنش ماندابی ۲ Waterlogging stress 2	درصد شاخص برداشت Harvest index (%)
G-Faba-67	8338.0	7302.8	11107.0	48.09
G-Faba-66	7920.1	7033.4	11257.0	54.36
G-Faba-75	8755.0	7461.1	10495.7	46.47
G-Faba-72	8358.5	7872.0	9507.0	48.23
G-Faba-65	8148.3	6561.7	12401.0	50.68
G-Faba-62	9201.4	8339.9	10806.0	49.63
G-Faba-61	9291.9	7864.6	11110.0	46.03
G-Faba-398	8635.0.	8830.7	10891.0	46.58
G-Faba-411	9645.0	8277.9	10063.0	42.78
G-Faba-401	8717.0	7653.9	7977.0	50.04
G-Faba-335	8864.2	7726.9	9758.0	49.97
G-Faba-293	10457.6	8006.3	11360.0	48.26
G-Faba-294	10425.9	9072.9	11757.0	44.85
G-Faba-290	10511.6	7382.0	10806.0	47.80
G-Faba-292	10614.7	8810.7	8945.0	51.10
G-Faba-523	10343.7	8411.9	10806.0	47.61
G-Faba-524	11113.7	8696.8	8945.0	44.14
G-Faba-525	10673.3	9275.2	11329.0	46.43
G-Faba-520	10103.1	8522.5	11291.0	47.57
G-Faba-296	8373.8	7224.2	9757.0	48.58
G-Faba-20	9713.2	10544.8	11925.6	45.13
LSD 5%	1530.0	2393.1	1994.5	4.77

مرحله آغاز غلاف‌دهی حداکثر (۱۱۱۱۳/۷ کیلوگرم در هکتار) و حداقل (۷۹۲۰/۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد زیستی از ژنوتیپ‌های G-Faba-524 و G-Faba-66 حاصل شد.

با وقوع تنش ماندابی زرد شدن برگ ها و سرشاخه‌های جوان، نکروزه شدن بخش‌هایی از ساقه، تخریب بافت‌ها، توقف رشد و گل‌دهی اتفاق افتاد و همین عوامل به کاهش عملکرد زیستی منتهی گردید. مشابه این نتایج در بررسی نوری و همکاران (Nouri *et al*., 2017) برای گیاه نخود گزارش شده است. ایشان علاوه بر این گزارش نمودند، بعد از اتمام تیمار ماندابی دوباره بهبودی حاصل گردید، بهبود و افزایش عملکرد دانه به تیپ رشد نامحدود گیاه نخود ارتباط داده شد (Nouri *et al*., 2017). برخی محققان کاهش عملکرد زیستی را عدم تهویه خاک در تیمار تنش ماندابی بیان کردند (Sheikh *et al*., 2008). تنش ماندابی با کاهش رشد و اجزای عملکرد گیاه و منجر به کاهش ماده خشک می‌شود (Ara *et al*., 2015).

شاخص برداشت در شرایط آبیاری بهینه و تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۴). از طرفی شاخص برداشت محیط تنش در مرحله آغاز غلاف‌دهی با ۴۵/۸۷ درصد کمترین میزان را داشت که ناشی از رشد رویشی بیشتر (مخرج کسر بزرگتر)

نسبت به عملکرد دانه بود (جدول ۳). در بین ژنوتیپ‌ها بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به G-Faba-66 و G-Faba-411 بود (جدول ۷). بالا بودن شاخص برداشت در شرایط بدون تنش نشان‌دهنده عملکرد دانه مطلوب و متناسب در این محیط می‌باشد در حالی که بالا بودن شاخص برداشت در تنش ماندابی ۱ به این دلیل است که در این محیط هم عملکرد دانه و هم عملکرد زیستی تر کاهش یافت. با این حال وقوع تنش در مرحله آغاز گل‌دهی بر عملکرد زیستی تر (رشد رویشی) تأثیر منفی بیشتری داشت و شاخص برداشت در این محیط نیز بالا بود. با توجه به این که در محیط ماندابی ۲ رشد رویشی ژنوتیپ‌ها بیشتر بود عملکرد زیستی تر بالاتر بود به همین علت میانگین شاخص برداشت در این محیط کمتر بود (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف ارزیابی خصوصیات زراعی باقلا در شرایط تنش ماندابی در دو مرحله آغاز گلدهی و آغاز غلاف‌دهی انجام شد. تنش ماندابی باعث کاهش در اکثر صفات شد و میزان این کاهش در تنش در مرحله آغاز گل‌دهی شدت بیشتری نسبت به اعمال تنش در مرحله غلاف‌دهی داشت و خسارت بیشتری بر عملکرد دانه و صفات مؤثر بر آن وارد کرد. تنش ماندابی کمترین تأثیر (دو درصد کاهش) را بر وزن صد دانه داشت. به نظر می‌رسد این جزء عملکرد دانه کمتر تحت تأثیر تنش ماندابی قرار گرفت و تغییرات آن ناشی از ویژگی‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های باقلا بود.

در بین ژنوتیپ‌های باقلا و با توجه به‌میزان درصد کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های G-Faba-401، G-Faba-335، G-Faba-293، G-Faba-290 و G-Faba-524 را به دلیل این‌که نسبت به شرایط بدون تنش (آبیاری بهینه) کاهش عملکرد کمتری داشتند به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل‌تر به تنش ماندابی شناسایی شدند. برای تیمار تنش ماندابی در مرحله آغاز گل‌دهی ژنوتیپ G-Faba-401 با ۸/۵۶ درصد کاهش، و برای تنش در مرحله آغاز غلاف‌دهی ژنوتیپ‌های G-Faba-401، G-Faba-335، G-Faba-293، G-Faba-290 و G-Faba-524 کمتر از ۱۰ درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار شاهد (آبیاری بهینه) ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند.

ژنوتیپ‌های G-Faba-62، G-Faba-66، G-Faba-61، G-Faba-293، G-Faba-294، G-Faba-290، G-Faba-292، G-Faba-523، G-Faba-525 و G-Faba-20 در هر سه محیط عملکرد دانه مناسبی داشتند. از طرفی بیشترین میزان کاهش عملکرد دانه در ژنوتیپ G-Faba-65 مشاهده شد و این ژنوتیپ در گروه ژنوتیپ‌های حساس به تنش ماندابی قرار گرفت و کاشت آن در مناطقی که احتمال وقوع تنش ماندابی وجود دارد توصیه نمی‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان که در اجرای این پژوهش و تامین مواد ژنتیکی مساعدت نمودند، سپاسگزاری می‌کنند.

References

Amin, M. R., Karim, M. A., Khaliq, Q. A., Islam, M. R., and Akhtar, S. 2017. The influence of waterlogging period on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiate* L. Wilczek). The Agriculturists 15 (2): 88-100.

Ahmed, S., Nawata, E., Hosokawa, M., Domae, Y., and Sakuratani, T. 2002. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbean subjected to waterlogging. Plant Science 163: 117-123.

Ara, R., Mannan, A., Khaliq, Q. A., and Uddin Miah, M. M. 2015. Waterlogging tolerance of soybean. Bangladesh Agronomy Journal 18 (2):105-109.

Brisson, N., Rebiere, B., Zimmer, D., and Renalt, D. 2002. Response of the root system of winter wheat crop to water logging. Plant and Soil 243: 43-55.

Ghobadi, M. A. 2006. Effect of residual stress on yield and root characteristics of wheat cultivars. Ph. D. Thesis. Chamran University of Ahvaz. 189 pp. (in Persian).

Ghobadi, M. A., Bakhshandeh, A., Nadian, H., Fathi, G., Gharineh, M. H., Alemisaied K., and Ghobadi, M. 2007. Effect of waterlogging durations at different growth stages of wheat on yield and yield components. Scientific Journal of Agriculture 30 (2): 133-146 (in Persian).

Kamal, A. H. M., and Komatsu, S. 2015. Involvement of reactive oxygen species and mitochondrial proteins in biophoton emission in roots of soybean plants under flooding stress. Journal of Proteome Research 14: 2219-2236.

Khalfi, M., Gharineh, M. H., Bakhshandeh, A., Lakzadeh, A., and Fathi, G. 2013. The effect of different periods of resistance stress at different growth stages on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Khuzestan province. Journal of Plant Productions 36 (2): 87-97 (in Persian).

Kiani, A. R., and Homaee, M. 2007. Evaluating SWAP model for simulation of water and solute transport in soil profile. Journal of Agricultural Engineering Research. 8 (1): 13-30. (in Persian)

Krishnamurthy, L., Upadhyaya, H., Saxena, K., and Vadez, V. 2012. Variation for temporary waterlogging response within the mini core pigeon pea germplasm. Journal of Agricultural Science 150: 357-364.

Kidane, H., and Brhane, T. 2018. Improving faba bean production of smallholder farmers' through on-farm popularization of *Orobanche crenata* tolerant variety in Southern Tigray, North Ethiopia. International Journal of Agriculture and Biosciense 7 (4): 229-235.

Kidane, H., Amare, B., Legesse, M., Teklay, Z., and Teklay, Y., 2019. Improving faba bean production of smallholder farmers' through on-farm popularization of waterlogging tolerant variety in southern Tigray, North Ethiopia. International Journal of Agricultur and Biosciense 8 (3): 136-140.

Musgrave, M. E., and Ding, N. 1998. Evaluation wheat cultivars for water logging tolerance. Crop Science 38: 90-97.

Mutava, R. N., Prince, S. J. K., Syed, N. H., Song, L., Valliyodan, B., Chen, W., and Nguyen, H. T. 2015. Understanding abiotic stress tolerance mechanisms in soybean: a comparative evaluation of soybean response to drought and flooding stress. Plant Physiology and Biochemistry 86: 109-120.

Noori, K., Ghobadi, M. E., and Ghamarnia, H. 2017. The effect of waterlogging on yield and yield components of chickpea under dry farming. Electronic Journal of Crop Production. 10 (3): 64-51 (in Persian).

Nuruzzaman Manik, S. M., Pengilley, G., Dean, G., Field, B., Shabala, S., and Zhou, M. 2019. Soil and crop management practices to minimize the impact of waterlogging on crop productivity. Plant Science 10: 1-23.

Negash T., Azanaw A., Tilahun G., Mulat K. and Woldemariam S. S., 2015. Evaluation of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties against chocolate spot (*Botrytis fabae*) in North Gondar, Ethiopia. African Journal of Agricultural Research 10 (30): 2984-2988.

Rasaei, A., Ghobadi, M. E., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M., and Saeidi, M. 2012. Impacts of waterlogging on shoot apex development and recovery effects of nitrogen on grain yield of wheat. European Journal of Experimental Biology 2 (4): 1000-1007.

Rasouli1, S. F., Galeshi, S., Pirdashti, H., and Zeinali, E. 2013. Evaluation of waterlogging stress effect on yield and yield components of rapeseed. Electronic Journal of Crop Production 7(2): 23-41 (in Persian).

Romina, P., Abeledo, L. G., and Miralles, D. J. 2014. Identifying the critical period for waterlogging on yield and its components in wheat and barley. Plant and Soil 378: 265-277.

Saqib, M., Akhtar, J., and Qureshi, R. H. 2004. Pot study on wheat growth in saline and waterlogged compacted soil: I. grain yield and yield components. Soil Tillage Research 77: 169-177.

Setter, T. L., and Waters, I. 2003. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats. Plant and Soil 253: 1-34.

Sheikh, F., Kalateh Arabi, M., Soghi, H., Bazi. M. T., and Mohamad Abroudi, A. 2008. The effect of water logging stress at filling stage on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*). Electronic Journal of Crop Production 1(1): 38-5. (in Persian).

Solaiman, Z., Colmer, T., Loss, S., Thomson, B., and Siddique, K. 2007. Growth responses of cool-season grain legumes to transient waterlogging. Crop and Pasture Science 58: 406-412.

Soltanzadeh Shooshtari, M., and Lak, Sh. 2009. The Effect of residual stress at stem elongation on yield and yield components of wheat genotypes. Crop Physiology 1 (2): 45-34 (in Persian)

Smethurst, C. F., Garnett, T., and Shabala, S. 2005. Nutritional and chlorophyll fluorescence responses of lucerne (*Medicago sativa*) to waterlogging and subsequent recovery. Plant and Soil 270: 31-45.